



09/869407

JC03 Rec'd PCT/PTO 22 JUN 2001

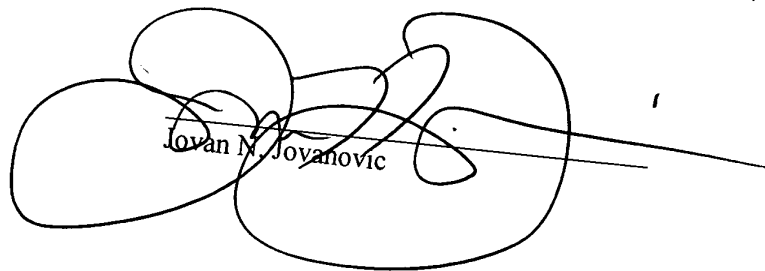
In Re Apln. of:	June 22, 2001
Ser. No.:	Thoms
Filed on:	TO BE ASSIGNED
For:	June 22, 2001
Docket No.:	Flat Storage Element for an X-Ray Image
	011106

CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"

Express Mail Mailing Label No. EL851192995US

Date of Deposit - June 22, 2001

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service, "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10 in an envelope addressed to Box PATENT APPLICATION, Assistant Commissioner for Patents, Washington DC 20231, on the date identified above


Jovan N. Jovanovic

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/889402

E P 99 / 9150 #3

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 FEB 2000	
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die Dürr Dental GmbH & Co KG in Bietigheim-Bissingen/Deutschland hat eine
Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Flächiges Speicherelement für ein Röntgenbild"

am 23. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
G 21 K, A 61 B und G 01 N der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. Januar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 59 880.7

Joost

PATENTANWÄLTE

DR. ULRICH OSTERTAG

DR. REINHARD OSTERTAG

EIBENWEG 10 D-70597 STUTTGART

TEL. +49-711-766845

FAX +49-711-7655701

Flächiges Speicherelement für ein Röntgenbild

Anmelder: Dürr Dental GmbH & Co. KG
Höpfigheimer Str. 17
74321 Bietigheim-Bissingen

Anwaltsakte: 6234.0

Beschreibung

=====

05

Die Erfindung betrifft ein flächiges Speicherelement für ein Röntgenbild gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

10 Derartige Speicherelemente sind als sogenannte Speicherfolien im Handel erhältlich.

Bei derartigen Speicherfolien ist die durch Speicherpartikel und eine Bindemittelmatrix gebildete Speicherschicht
15 optisch inhomogen, und an diesen Inhomogenitäten kommt es zu einer Streuung des Aktivierungslichtes, das zum Auslesen des latenten Bildes verwendet wird, und auch zur Streuung ausgelesenen Meßlichtes. Hierdurch wird die Auflösung des Speicherelementes nachteilige beeinflußt.

20

Die vorgenannten Streueffekte sind um so stärker je kleiner die Speicherpartikel sind. Kleine Speicherpartikel sind aber wiederum im Hinblick auf hohe Auflösung des Speicherelementes von Vorteil.

25

Durch die vorliegende Erfindung soll daher ein Speicherelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 geschaffen werden, welches optisch homogen ist, so daß in der Speicherschicht keine Streuung von Aktivierungslicht und
30 Meßlicht erfolgt.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch ein Speicherelement mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

35 Bei dem erfindungsgemäßen Speicherelement sind die Bre-

chungsindizes der Speicherpartikel einerseits und des Bindemittels andererseits aneinander angepaßt. Damit entfallen die optischen inneren Grenzflächen, an welchen die Streuung von Aktivierungslicht und Meßlicht erfolgt.

05 Die gesamte Speicherschicht verhält sich optisch wie ein einkomponentiges Material.

Bei dem erfindungsgemäßen Speicherelement erhält man somit eine verbesserte Auflösung.

10

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Verwendet man gemäß Anspruch 2 für die Speicherpartikel unterschiedliche zusammen kristallisierende Salze, so läßt sich der Brechungsindex in sehr weiten Grenzen einfach anpassen. Durch entsprechende Änderung des Verhältnisses, in welchem die beiden Salze vorgesehen sind, kann man einen breiten Bereich von Bindemittel-Brechungs-

15
20 indizes abdecken, den Brechungsindex eines vorgegebenen Bindemittels genau treffen.

Der Brechungsindex des Bindemittels wird gemäß Anspruch 6 bevorzugt zwischen 1,4 und 1,6 gewählt. Man hat dann eine große Anzahl unterschiedlicher Salzzusammensetzungen, mit denen dieser Bereich des Brechungsindex realisiert werden kann, so daß man aus dieser Vielzahl im Hinblick auf andere zu berücksichtigende Parameter, z.B. die Größe der Einheitszelle des Salzes, welche die bevorzugte

25
30 Anregungswellenlänge der gebildeten Farbzentren beeinflußt, wählen kann.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 7 verhindert auch kleine Rest-Streuung des Lichtes, wie sie

35 durch ein anisotropes Material verursacht würden.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 8 verhindert eine Verschlechterung der Auflösung, wie sie durch Reflexionen an der in Bewegungsrichtung des Lichtes
05 gesehen vorderen Grenzfläche der Speicherschicht erhalten würde.

Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 9 sind Reflexionen von Aktivierungslicht an der Rückseite
10 der Speicherschicht ausgeräumt. Damit erhält man eine nochmals verbesserte räumliche Auflösung des ausgelesenen Röntgenbildes.

Bei einem Speicherelement gemäß Anspruch 10 ist die
15 Ausbeute an Fluoreszenzlicht verbessert, da das in den hinteren Halbraum abgestrahlte Licht zur Vorderseite hin reflektiert wird. Hierdurch wird die Empfindlichkeit der Speicherfolie um den Faktor 2 verbessert.

20 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 11 ist im Hinblick auf das Kleinhalten der Strahlungsbelastung eines Patienten von Vorteil, dessen Zähne mit einem hinter den Kiefer gehaltenen Speicherelement geröntgt werden.

25 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 12 ist im Hinblick auf eine einfache Handhabung des Speicherelementes von Vorteil. Auch läßt sich so das gesamte Speicherelement ohne Faltenbildung biegen.

30 Ein Speicherelement wie es im Anspruch 13 angegeben ist, läßt sich gut an gekrümmte Oberflächen anpassen, z.B. die Krümmung eines Kiefers.

Das im Anspruch 14 angegebene Verfahren gewährleistet,
35 daß sich das Bindemittel auch mikroskopisch exakt form-

schlüssig um die Speicherpartikel herum lagert. Es kommt somit zu keinen kleinen Lufteinschlüssen oder Lunkern, die ihrerseits wieder Streuzentren darstellen könnten.

05 Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

10 Figur 1: einen vergrößerten Schnitt durch ein biegbares Speicherelement zur Verwendung beim Röntgen von Zähnen, welcher senkrecht zur Ebene des Speicherelementes gelegt ist;

15 Figur 2: eine Ansicht auf das Speicherelement, wie man sie erhält, wenn die Brechungsindizes von Speicherpartikeln und Bindemittel des Speicherelementes unterschiedlich sind;

20 Figur 3: eine ähnliche Ansicht wie Figur 2, wie man sie dann erhält, wenn die Brechungsindizes von Speicherpartikeln und Bindemittel gleich sind; und

25 Figur 4: eine graphische Darstellung der Brechungsindizes ausgewählter transparenter Kunststoffmaterialien.

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch ein flexibles Speicherelement 10, welches anstelle eines herkömmlichen Zahnfilmes beim Röntgen von Zähnen verwendet werden kann. Das Speicherelement hat eine mittlere Speicherschicht 12, deren Aufbau nachstehend noch genauer beschrieben wird, eine vordere reflexmindernde Vergütungsschicht 14, eine hintere Reflexions-/Absorptionsschicht 16 und eine noch 35 hinter der letzteren liegende Bleifolie 18. Die Refle-

xions-/Absorptionsschicht 16 reflektiert Fluoreszenzlicht, wie es aus dem Speicherelement beim punkweisen Auslesen unter Verwendung eines Laserstrahles gegeben wird, und absorbiert das Laser-Anregungslicht, welches zum punkweisen Auslesen des Speicherelementes verwendet wird. 05 Damit wird das im Inneren des Speicherelementes 10 erzeugte Fluoreszenzlicht vollständig zur Vorderseite des Speicherelementes 10 hin abgegeben.

10 Die Reflexionsschicht kann durch eine entsprechende Interferenzschicht gebildet sein. Sie kann auch ihrerseits aus zwei hintereinander liegenden Teilschichten hergestellt sein, z.B. einer vorderen Teilschicht, welche für die Reflexion des Fluoreszenzlichtes verantwortlich 15 ist, und eine zweite, hintere Teilschicht, welche das Laser-Anregungslicht absorbiert.

Für die reflektierende Teilschicht kann man ein Metall wie Aluminium verwenden. Diese Schicht kann dann einfach 20 auf die Rückseite der Speicherschicht 12 aufgedampft werden. Statt dessen kann man auch eine diffus reflektierende Pulverschicht als reflektierende Teilschicht verwenden, die z.B. aus BaSO_4 -Pulver besteht. BaSO_4 zeichnet sich durch einen besonders hohen Reflexionsfaktor für Licht der hier interessierenden Wellenlängen 25 aus.

Die verschiedenen Schichten sind zu einer einstückigen Schichtstruktur verbunden, wobei die Verbindung zwischen 30 der Speicherschicht 12 und der Vergütungsschicht 14 bzw. der Absorptionsschicht 16 durch in-situ-Aufbringen der beiden letztgenannten Schichten erhalten wird, z.B. durch Aufdampfen oder durch Aufdrucken einer entsprechenden Tinte und Verdampfen des Lösungsmittels usw. Die Bleifolie 35 18 kann durch eine dünne Kleberschicht mit der Rückseite

der Absorptionsschicht 16 verbunden sein.

Die Speicherschicht 12 umfaßt eine Vielzahl von Speicherpartikeln 20, die in der Zeichnung vereinfacht durch
05 kleine Kugeln dargestellt sind, in Wirklichkeit eine unregelmäßige Geometrie haben, wie sie durch feines Mahlen von Salz erhalten wird. Die Speicherpartikel 20 sind durch ein transparentes Bindemittel 22 zusammengehalten, welches vorzugsweise ein transparentes organisches Bindemittel ist, das aus der in der nachstehenden
10 Tabelle 1 angegebenen Gruppe ausgewählt ist:

Tabelle 1

15	Klasse	Vertreter	Kürzel
	Polyolefine	Polyethylen	PE
		Polypropylen	PP
		spezielle Polyolefine	PB, PMP
20	Vinylchlorid-Polymerisate	Polyvinylchlorid, hart	PVC-U
		Polyvinylchlorid, weich	PVC-P
	Styrol-Polymerisate	Polystyrol	PS
25		Styrol-Butadien	SB
		Styrol-Acylnitril	SAN
		Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS
		SAN mit Acrylesterelastomer	ASA
	Celluloseester	Celluloseester	CA, CP, CAB
30	Polymethylmethacrylat	Polymethylmethacrylat	PMMA
	Polyamide	Polyamid 6	PA6
		Polyamid 66	PA66
		Polyamid 11, Polyamid 12	PA11, PA12
35		Polyamid amorph	PA6-3-T

.0

15

25

30

35

daß man in die Absorptionsbanden dieser metastabilen Zustände Aktivierungslicht einstrahlt, kann ein instabiler angeregter Zustand erreicht werden, der dann unter Aussendung von Fluoreszenzlicht in den Grundzustand übergeht.

Geeignete metastabile Zustände beruhen in der Praxis auf Fehlstellen im Kristallgitter, die u.a. durch Gitterfehlstellen oder auch Fremdatome gebildet werden. So können z.B. in Alkalihalogenidkristallen Anionleerstellen Elektronen, die bei der Röntgenabsorption beschleunigt werden, metastabil speichern und sogenannte Farbzentren bilden. Löcher können in diesen Metallen in V-Zentren oder an Fremdatomen metastabile Zustände bilden.

Die Fähigkeit, ein latentes Röntgenbild in der Speicherschicht 12 zu erzeugen ist auf die Farbzentren der Speicherpartikel 20 zurückzuführen. Der Brechungsindex, den das Aktivierungslicht sieht bzw. das durch letzteres ausgelöste Fluoreszenzlicht sieht, hängt in erster Linie vom makroskopischen Brechungswinkelindex der Speicherpartikel 20 bzw. des Bindemittels 22 ab.

Dadurch, daß man beide Brechungsindizes aneinander anpaßt, wird vermieden, daß das Aktivierungslicht und das Fluoreszenzlicht, welches durch Leeren eines metastabilen Zustandes unter Verwendung von Aktivierungslicht erzeugt wird, gestreut werden. Damit kann das mit einem Fotodetektor, der zu einem Wiedergabegerät für latente Röntgenbilder gehört, nachgewiesene Fluoreszenzlicht genau der angestrahlten punktförmigen Auslesefläche des Speicherelementes zugeordnet werden.

Die Anpassung der Brechungsindizes von Speicherpartikeln 20 und Bindemittel 22 läßt sich bei Alkalihalogeniden

in weiten Grenzen durch spezifische Wahl des Grundmaterials für Speicherpartikel 20 bewerkstelligen. Die nachstehende Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Brechungsindizes reiner Alkalihalogenide:

05

Tabelle 2

	F	Cl	Br	I
10 Li	1.3915	1.662	1.784	1.955 (3)
Na	1.327	1.5442	1.6412	1.7745
K	1.363	1.490	1.559	1.677
Rb	1.398	1.493	1.5530	1.6474
Cs	1.478 (5)	1.6418	1.6984	1.7876

15

Da die Alkalihalogenide alle in weitem Bereich miteinander vermischtbar sind (gleiche Kristallklasse), kann man durch Mischen zweier unterschiedlicher Salze den Brechungsindex des erhaltenen Mischkristalles in weiten Grenzen ändern. Betrachtet man z.B. einen Mischkristall aus KCl und RbBr und schreibt man die Zusammensetzung des Mischkristalles als $K_xRb_{1-x}Cl_yBr_{1-y}$, wobei x und y jeweils im Bereich zwischen 0 und 1 liegen, so erhält man mit Ändern von x und y zwischen 0 und 1 einen Einstellbereich des Brechungsindex von 1,490 bis 1,559.

25

Bildet man in diesem Mischkristall Fehlstellen, z.B. durch Zugabe von 0,1 Mol% Tl^+ , so hat die Dotierung aufgrund der geringen Konzentration nur einen geringen Einfluß von maximal 0,1% auf den Brechungsindex des Mischkristalles.

30

Eine zweite Möglichkeit, die Anpassung der Brechungsindizes herbeizuführen, ist die Auswahl des Bindemittels, wobei sich für unterschiedliche Bindemittel je nach

35

Art der Monomere unterschiedliche Brechungsindizes ergeben. Für manche der Bindemittel läßt sich der Brechungsindex wieder in einem Bereich variieren, indem man auf die Kettenlänge und die Vernetzung einwirkt. Dies ist
05 aus der in Figur 4 wiedergegebenen Darstellung des Brechungsindex für verschiedene Kunststoffmaterialien ersichtlich.

Typischerweise liegt der Durchmesser der Speicherpartikel
10 bei etwa $10\mu\text{m}$, die Dicke der Speicherschicht bei $100\mu\text{m}$.

Aus Figur 4 erkennt man ferner, daß auch Gläser als Bindemitteln in Betracht kommen, wobei man über die Zusammensetzung der Gläser den Brechungsindex über ei-
15 nen größeren Bereich einstellen kann.

Im Hinblick auf die Robustheit des Speicherelements und im Hinblick auf eine Herstellbarkeit der Speicherelemente bei nicht zu hohen Temperaturen, werden organische Bindemittel bevorzugt.
20

Die Vergütungsschicht ist in üblicher Weise hergestellt, z.B. durch Aufdampfen von Material mit geeignetem Brechungsindex und in geeigneter Dicke. Die Absorptionsschicht 16 ist aus einem das zum Auslesen des latenten Bildes verwendete Laserlicht absorbierenden Material hergestellt und kann ebenfalls aufgedampft oder als Tinte aufgedruckt sein.
25

In Figur 2 erscheinen die verschiedenen Speicherpartikel 20 als Phasenobjekte. Man erhält also dort mikroskopisch das gleiche Bild wie von Glaskugeln, die in ein Glas Wasser gegeben werden.

35 Dadurch, daß der Brechungsindex von Speicherpartikeln

20 und Bindemittel 22 aneinander angepaßt sind, verschwin-
den diese Phasenobjekte und man erhält das in Figur
3 wiedergegebene Aussehen des Speicherelementes: dieses
verhält sich für das zum Auslesen des latenten Röntgen-
bildes verwendete Laserlicht wie ein homogenes Glasplätt-
chen.

Wie oben schon angesprochen, haben die Speicherpartikel
in Wirklichkeit die Form von Mahlgut mit kleinen Facetten.
Um eine auch von mikroskopischen Lunkern freie Einbettung
der Speicherpartikel im Bindemittel zu erhalten, wird
bei der Herstellung der Speicherschicht 12 wie folgt
vorgegangen.

Es wird Bindemittel 22 in flüssigem Zustand bereitgestellt
wird. In dem flüssigen Bindemittel 22 werden die Speicher-
partikel 20 homogen verteilt. Die so erhaltene Masse wird
zu einer dünnen Schicht ausgestrichen und dann wird das
Bindemittel zum Abhärten gebracht, sodaß man eine Spei-
cherfolie mit entsprechender Dicke erhält.

Dabei wird vorzugsweise das Bindemittel in dünnflüssigem
Zustand bereitgestellt, wozu es verdünnt und/ oder erwärmt
wird.

Patentansprüche

=====

05

1. Flächiges Speicherelement für ein Röntgenbild,
mit einer Vielzahl von Speicherpartikeln (20), wel-
che durch Röntgenlicht in metastabile Anregungszustände
versetzt werden können, die durch Bestrahlung mit Akti-
10 vierungslicht in einen instabilen Anregungszustand über-
führbar sind, der seinerseits unter Abstrahlung von
Fluoreszenzlicht abgebaut wird, und mit einem transparenten
Bindemittel (22), durch welches die Speicherpartikel (20)
zu einer Speicherschicht (12) zusammengehalten sind,
15 dadurch gekennzeichnet, daß das Bindemittel (22) und die
Speicherpartikel (20) im wesentlichen gleichen Brechungs-
index aufweisen.

2. Speicherelement nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
20 zeichnet, daß die Speicherpartikel (20) aus einem
transparenten Salzmaterial bestehen, welches durch zwei
chemisch unterschiedliche jedoch in gleicher Kristall-
struktur kristallisierende Salze gebildet ist.

25 3. Speicherelement nach Anspruch 2, dadurch gekenn-
zeichnet, daß sich die Salze in ihren Kationen
und/oder Anionen unterscheiden.

30 4. Speicherelement nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Kationen Halogenidionen sind.

5. Speicherelement nach einem der Ansprüche 2 bis
4, dadurch gekennzeichnet, daß die Salze einen
Mischkristall bilden.

35

- 05 6. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Bindemittel (22) ein transparentes Kunststoffmaterial mit einem Brechungsindex zwischen 1,4 und etwa 1,6 ist.
- 10 7. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Brechungsindex des Materiales der Speicherpartikel (20) und/oder der Brechungsindex des Bindemittels (22) isotrop ist.
- 15 8. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine von der Vorderfläche der Speicherschicht (12) getragenen Vergütungsschicht (14).
- 20 9. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückseite der Speicherschicht (12) eine Absorberschicht (16) trägt, welche das Aktivierungslicht absorbiert.
- 25 10. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Rückseite der Speicherschicht (12) eine Reflektionsschicht (16) vorgesehen ist, die Fluoreszenzlicht reflektiert und vorzugsweise fest mit der Speicherschicht (12) verbunden ist.
- 30 11. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der Speicherschicht (12) eine Schutzschicht (18) aus Röntgenstrahlen absorbierendem Material, insbesondere eine Metallschicht aus einem Metall mit hoher Ordnungszahl wie Blei angeordnet ist.
- 35 12. Speicherelement nach Anspruch 11, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Schutzschicht (18) fest mit der Speicherschicht (12) verbunden ist, z.B. unter Verwendung einer Kleberschicht (16), die vorzugsweise zugleich die Funktion der Absorberschicht (16) nach Anspruch 05 9 übernimmt.

13. Speicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherschicht (12) und/oder die Vergütungsschicht (14) und/oder die 10 Absorberschicht (16) und/oder die Reflektionsschicht (16) und/oder die Schutzschicht (18) eine biegbare Schichtstruktur bilden.

14. Verfahren zum Herstellen eines Speicherelementes 15 nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Bindemittel (22) in flüssigem Zustand bereitgestellt wird und in dem flüssigen Bindemittel (22) die Speicherpartikel (20) verteilt werden, und daß die so erhaltene Masse zu einer dünnen folienartigen Schicht verteilt wird und dann das Bindemittel 20 zum Abhärten gebracht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Bindemittel (22) in dünnflüssigem Zustand 25 bereitgestellt wird, wozu es verdünnt und/oder erwärmt wird.

Zusammenfassung

=====

05

Eine Speicherfolie (10), die anstelle eines herkömmlichen Röntgenfilmes dazu dient, latente Röntgenbilder zu erzeugen, enthält durch ein Bindemittel (22) zusammengehaltene Speicherpartikel (20), in denen metastabile elektronische Anregungszustände erzeugt werden können. Die Brechungsindizes von Bindemittel (22) und Speicherpartikel (20) sind gleich groß gewählt, so daß sich durch Speicherpartikel (20) und Bindemittel (22) gebildete Speicherschicht (12) wie ein optisch homogener Körper verhält.

(Figur 1)

11000000

